



(2)

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**(10) **DE 100 15 360 A 1**

(51) Int. Cl. 7:

**H 01 M 8/02**

H 01 M 2/08

C 25 B 13/00

**DE 100 15 360 A 1**

(21) Aktenzeichen: 100 15 360.7

(22) Anmeldetag: 28. 3. 2000

(43) Offenlegungstag: 11. 10. 2001

(71) Anmelder:

Dornier GmbH, 88039 Friedrichshafen, DE

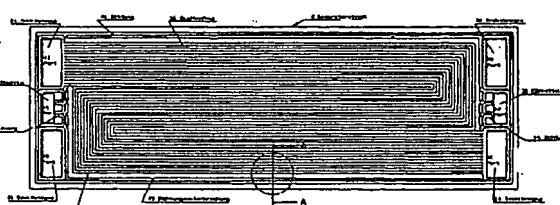
(72) Erfinder:

Schmid, Ottmar, 88677 Markdorf, DE; Stark, Holger,  
88069 Tettnang, DE; Böhm, Gustav, 88662  
Überlingen, DE; Schudy, Markus, 88048  
Friedrichshafen, DE; Zurell, Klaus, 88048  
Friedrichshafen, DE**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

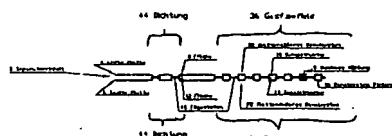
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Separatoreinheit für Elektrolysezellen und Brennstoffzellen

(55) Gegenstand der Erfindung ist eine Separatoreinheit (2) für Elektrolysezellen und Brennstoffzellen aus zwei geprägten Platten (4, 6), deren eine Fläche (8) jeweils eine positive Kanalstruktur (10) und deren andere Fläche (12) eine korrespondierende negative Kanalstruktur (14) aufweist und sich durch Verbinden beider Platten (4, 6) ein platteninneres Kanalsystem (16) für ein Kühlmittel (18) und an den Außenflächen jeder Platte ein Kanalsystem (20, 22) für Gasströme (24, 26) ergibt.



Schnitt A - A (vergrößerte Darstellung)

**DE 100 15 360 A 1**

# DE 100 15 360 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Separatoreinheit für Elektrolysezellen und Brennstoffzellen, die aus zwei strukturierten Platten gebildet ist.

5 [0002] Elektrolysezellen sind elektrochemische Einheiten, die chemische Substanzen, wie z. B. Wasserstoff und Sauerstoff an katalytischen Oberflächen von Elektroden unter Zuführung von elektrischer Energie erzeugen. Brennstoffzellen sind elektrochemische Einheiten, die elektrische Energie mittels Umsetzung von chemischer Energie an katalytischen Oberflächen von Elektroden erzeugen.

[0003] Elektrochemische Zellen dieser Art bestehen mindestens aus folgenden Hauptkomponenten:

10 – Kathodenelektrode, an der durch Zugabe von Elektronen die Reduktionsreaktion stattfindet. Die Kathode umfasst mindestens eine Elektrodenträgerschicht, die als Träger für den Katalysator dient.

– Anodenelektrode, an der die Oxidationsreaktion durch Abgabe von Elektronen stattfindet. Die Anode besteht ebenso wie die Kathode aus mindestens einer Trägerschicht und Katalysatorschicht.

15 – Einer Matrix, die zwischen Kathode und Anode angeordnet ist und als Träger für den Elektrolyten dient. Der Elektrolyt liegt in fester oder flüssiger Phase sowie als Gel vor. Vorteilhaft wird der Elektrolyt in fester Phase in eine Matrix eingebunden, so dass ein sogenannter Festelektrolyt entsteht.

– Separatoreinheit, die zwischen vorstehenden Komponenten angeordnet ist und zur Reaktanten- und Oxidantsammlung in Elektrolysezellen oder zur Reaktanten- und Oxidantenverteilung in Brennstoffzellen dient. Da die Elektrolyse- und Brennstoffzellen-Reaktion exotherm verläuft, ist eine Temperierung der Zellen mittels eines Fluids notwendig. Dieses Fluid muss neben dem Reaktanden und Oxidanten auch die Separatoreinheit durchströmen.

20 – Dichtelemente, die sowohl eine Vermischung der Fluide in den elektrochemischen Zellen verhindern als auch ein Austreten der Fluide aus der Zelle zur Umgebung verhindern.

25 [0004] Werden Elektrolysezellen oder Brennstoffzellen aufeinander gestapelt, so entsteht ein Elektrolyse-Stack oder Brennstoffzellen-Stack, kurz Stack genannt. Hierbei verläuft die elektrische Stromführung von Zelle zu Zelle in einer Reibenschaltung. Hingegen erfolgt meist das Fluid-Management über Sammel- und Verteilerkanäle zu den einzelnen Zellen. Beispielsweise in Brennstoffzellen werden die Zellen eines Stacks parallel mittels mindestens jeweils eines Verteilerkanals mit Reaktanten und/oder Oxidanten versorgt. Die Reaktionsprodukte sowie überschüssige Reaktanten und Oxidanten werden aus den Zellen mittels mindestens jeweils eines Sammelkanals aus dem Stack geführt. Das Kühlmedium wird ebenfalls durch Verteiler- und/oder Sammelkanäle geführt.

[0005] Zur wirtschaftlichen Verwendung von Elektrolysezellen oder Brennstoffzellen für mobile Anwendungen müssen für vergleichbare Leistungsgrößen die Gestehungskosten von Verbrennungsmotoren erreicht werden. Da zum Betrieb von mobilen Systemen mit Elektromotoren Stacks mit einer Vielzahl von Zellen (> 300 Stück) benötigt werden, sind geringe Stückkosten der Zellkomponenten wichtig. Die Stückkosten umfassen sowohl Material- und Herstellkosten.

35 Derzeitig bekannte Separatoreinheiten von Elektrolyse- und Brennstoffzellen bestehen aus teuren Materialien und/oder aus fertigungstechnisch komplizierten und damit kostenintensiven Designs, so dass die Gestehungskosten auch unter günstigen Bedingungen – wie hohe Stückzahlen – weit von den Zielkosten entfernt sind.

[0006] Stand der Technik sind US 4,678,724; US 5,482,792; EP 0 591 800 B1; US 5,484,666; und US 5,527,363.

40 [0007] Diese bekannten Konzeptionen weisen eine zu geringe Flächenausnutzung und zu hohe Zelldicke auf. Mit dem Stand der Technik werden damit auch nicht die für die Anwendung in mobilen Systemen geforderten Leistungsdichten und spezifischen Leistungen erzielt. Weiterhin sind derartig bekannte Separatoreinheiten zu aufwendig und somit zu teuer in der Herstellung.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Separatoreinheit zu schaffen, die die Nachteile der vorstehenden Anordnungen nicht aufweist und damit geringe Gestehungskosten und eine kompakte Bauweise kombiniert.

45 [0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch Anspruch 1 gelöst. Weitere Ansprüche stellen vorteilhafte Ausführungen dar. Im einzelnen weist die Erfindung folgende Vorteile auf:

50

55

60

65

Vorteile	Auswirkungen	
homogene Fluidsammlung in Elektrolysezellen bzw. homogene Fluidverteilung in Brennstoffzellen	geringere Luftüberschussfaktor und Kompressorleistung erforderlich	5
homogene Temperaturverteilung	Vermeidung von Hot Spots	10
geringer ohm'scher Spannungsverlust über die Separatoreinheit	Steigerung des Zellwirkungsgrades	15
kostengünstige Herstellung der korrugierten Kanalstrukturen durch einfache Herstellprozesse, wie Hohlprägen, isostatisches Prägen, magnetisches Umformen, Gummikofferprägen, Rollprägen	geringere Fertigungskosten	20
		25

[0010] Die erfindungsgemäße Separatoreinheit kann vorteilhaft in elektrochemischen Zellen mit bewegten Fluiden eingesetzt werden.

[0011] Beispielsweise wird anhand von Figuren im Folgenden eine Anwendung der Separatoreinheit in der Brennstoffzelle und Elektrolysezelle beschrieben, in der als Reaktant Wasserstoff oder ein wasserstoffhaltiges Gasgemisch und als Oxidant Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gasgemisch eingesetzt wird.

[0012] Es zeigen:

[0013] Fig. 1: Stack- und Bipolarplattenaufbau zur Übersicht und Erläuterung des Gesamtaufbaus.

[0014] Fig. 2: Darstellung einer Separatoreinheit aus 2 Teilplatten.

[0015] Fig. 3: Darstellung verschiedener ausführbarer Dichtungsgestaltungen und der Fügestellen.

[0016] Fig. 4a: Detaildarstellung des Portbereiches der Teilplatten und des Dichtungsverlaufes.

[0017] Fig. 4b: Detaildarstellung des Kühlmittelflusses vom Portbereich (Einlass/Auslass) in die Hohlräume (Kühlmittelflowfield) einer Separatoreinheit durch versetzte Dichtung, mit Abstützung der Dichtung, damit diese nicht eingedrückt wird.

[0018] Fig. 5: Darstellung der Hohlräume einer Separatoreinheit, die als Kühlflowfield mit homogener Verteilung des Kühlmittels genutzt werden.

[0019] Fig. 6: Darstellung verschiedener ausführbarer Dichtungsgestaltungen, die einen Kühlmittelfluss zum Kühlflowfield und eine Abstützung der Dichtung gewährleisten.

[0020] Fig. 7: Darstellung einer Separatoreinheit aus 2 Teilplatten mit Kühlflowfield, die einen Kühlstrom quer zu den Reaktionsgasführungen durch unterschiedliche Prägetiefen ermöglicht und besonders für gasförmige Kühlmittel (z. B. Luft) geeignet ist.

[0021] Für die Herstellung einer und mehrerer Separatoreinheiten 2 werden zunächst ebene Platten folgender Spezifikation umgeformt:

Abmessungen einer Platte in 40 cm x 10 cm

Werkstoff: Stahl oder Aluminium

Wandstärke: 0,1 mm–0,5 mm.

[0022] Die Umformung der ebenen Platten zu strukturierten Platten erfolgt z. B. durch Prägen. Es entstehen dabei geprägte Platten 4, 6 (gemäß Fig. 2), deren eine Fläche 8 eine positive Kanalstruktur 10 und deren andere Fläche 12 eine korrespondierende negative Kanalstruktur 14 aufweist. Werden nun zwei Platten 4, 6 miteinander verbunden, so ergibt sich eine Separatoreinheit 2 mit einem platteninneren Kanalsystem 16 für ein Kühlmittel 18 und zwei plattenäußeren Kanalsystemen 20, 22 für die beiden Gasströme 24, 26.

[0023] Fig. 1 zeigt einen Brennstoffzellenstack mit mehreren Einzelzellen, der aus den erfindungsgemäßen Bipolarplatten oder Separatoreinheiten 2 und einer MEA 28 (membrane electrolyte assembly) aufgebaut ist. Der Stack verfügt über Endplatten 30, 32, die ein Verspannen des Stacks 34 ermöglichen und über zwei Gaszuführungen 36 und Gasabführungen der Reaktionsgase. Weiterhin dienen zwei Anschlüsse zur Kühlmittelversorgung 38 und Kühlmittelabführung. Zwei Platten 40 aus elektrisch leitfähigen Materialien dienen zur Stromabnahme.

[0024] Die Separatoreinheiten 2 bestehen aus zwei beidseitig strukturierten (geprägten) Platten 4, 6, die miteinander gefügt sind. Jede Separatoreinheit 2, bestehend aus zwei Platten 4, 6, weist zwei Gasverteilerstrukturen 20, 22 (Gasflowfields) und eine Kühlmittelverteilerstruktur 16 (Kühlmittelflowfield, Fig. 2) auf. Eine Separatoreinheit ist mit sechs Durchbrüchen (Ports) 42 versehen, die zur Verteilung der Medien (Reaktionsgase und Kühlmittel) im Stack und der Flowfields dienen. Die Medien werden nach außen und gegeneinander durch Dichtungen 44 oder Fügestellen 46 getrennt und abgedichtet.

# DE 100 15 360 A 1

[0025] Fig. 2 zeigt beispielhaft die vorteilhafte Ausführung der Separatoreinheit aus zwei geprägten Platten 4, 6 gemäß Fig. 2 und 3. Durch die Verbindung oder Fügung der Platten entstehen zwischen den Platten Hohlräume. Diese Hohlräume werden als Kühlflowfield 16 genutzt. Erfindungsbedingt sind die beiden Kühlmittelpots und die gesamten Hohlräume miteinander verbunden und ermöglichen so ein gleichmässiges Durchströmen des Kühlmittels zwischen den Platten. Zum Teil sind die Hohlräume oder die Kanäle verjüngt, wenn eine Vertiefung der Platte 4 auf eine Erhöhung der Platte 6 trifft. Sind die Platten 4, 6 einheitlich mit der selben Vertiefungshöhe gefertigt, so reduziert sich die Höhe an den Verjüngungsstellen auf eine Prägetiefe. Diese Stellen bewirken eine Verbesserung des Stoff- und Wärmeaustausches durch zusätzliche Verwirbelungen. Die Verteilung des Kühlmittels kann durch eine Blockade 19 mittels der Einbringung von zusätzlichen metallischen oder nichtmetallischen Werkstoffen (wie z. B. Silikon) von Hohlräumen oder Kanälen beeinflusst werden, um Regionen stärker oder schwächer zu kühlen.

[0026] Die Separatoreinheit, bestehend aus zwei Platten 4, 6 ermöglicht somit die Verteilung von drei Fluiden. Die Reaktionsgase können jeweils auf den Aussenseiten der gefügten Separatoreinheit 2 verteilt werden und sind durch die Dichtungsführungen 44 oder Fügungen 46 nach aussen und gegeneinander abgedichtet oder getrennt.

[0027] Die Platten 4, 6 sind mit einer Vertiefungsstruktur, die als Dichtungsnut benutzt wird, im Randbereich und im Portbereich versehen. Teilweise ist diese Dichtungsnut zur Vermeidung von Gaskurzschlussströmen (Fluss des Gases von Port zu Port entlang einer Dichtungsnut und nicht über das Gasflowfield) mit Unterbrechungen 45 der Nut versehen.

[0028] Fig. 3 zeigt die Geometrie der Dichtung (Dichtungsform A) der Separatoreinheit 2 gemäß Fig. 2. Der Dichtungskörper aus einem elastischen Polymer, z. B. Silikon, füllt in dieser Anordnung die beiden Nuten und überbrückt den entstandenen Steg 48 zwischen den Nuten. Eine weitere Dichtungsform (Dichtungsform B) besteht nur aus einer Vertiefung oder Nut, die zur Aufnahme des Dichtungskörpers dient.

[0029] Die zwei Platten 4, 6 der Separatoreinheit 2 werden lose oder fest (gefügt) nebeneinander angeordnet. In der beispielhaften Ausführung der Separatoreinheit gemäß Fig. 2 sind die Platten in der umlaufenden Dichtungsnut am Rand und an den Ports 42 miteinander durch Schweißen gefügt. Die Platten können auch an weiteren Berührungsstellen der beiden Platten verbunden werden, um die Stabilität zu erhöhen oder die Funktion zu gewährleisten. Dies wird ebenso vorteilhaft mittels fester Verbindung, wie Schweißen, Umbördeln, Kleben, Durchsetzfügen, Löten oder eine Kombination dieser Techniken erreicht. Eine lose Anordnung umfasst zusätzlich noch umlaufende Dichtungen, die eine Vermischung der Fluide untereinander und ein Fluidaustritt aus dem Kühlmittelflowfield an die Umgebung verhindert.

[0030] Fig. 4a zeigt einen Ausschnitt der Platten 4, 6 und der Separatoreinheit 2 gemäß Fig. 2 im Portbereich dar. Auf der rechten Seite wurden zusätzlich die Dichtungsverläufe der Dichtungskörper 43 eingezeichnet. Die Versetzung oder die Unterschiede der Platten 4, 6 in der Dichtung und die Dichtungsstege im Bereich des Kühlmittelpots sind hier dargestellt. Zur Transparenz des Dichtungsverlaufes wurden bei der Separatoreinheit auch verdeckte Kanten und Linien gezeichnet.

[0031] Fig. 4b zeigt erfindungsgemäß den Portbereich 42 des Kühlmittels 18 und die Funktion der Dichtungsanordnung der Separatoreinheit 2. Es sind verschiedenen Schnitte im Bereich des Kühlmittelpots 42 des Ausschnitts der Separatoreinheit gemäß Fig. 4a ausgeführt. Es wurde eine Darstellung mit und ohne verdeckten Kanten zum besseren Verständnis gewählt.

## Schnitt: E-E

[0032] Es ist ein Teilfluss des Kühlmittels zwischen den Platten vom Kühlmittelpot 42 (Verteiler) durch die versetzte Anordnung der Dichtungen oder der Vertiefungen und Erhöhungen auf den Platten zu den Hohlräumen der Separatoreinheit 2 möglich.

## Schnitt: E-E und F-F

[0033] Es ist der Teilfluss des Kühlmittels 18 vom Kühlmittelpot (Verteiler) 42 im Bereich der Erhöhung der Dichtungssteg zu den Hohlräumen der Separatoreinheit dargestellt.

## Schnitt: G-G

[0034] Dieser Schnitt zeigt die Funktion des Dichtungsstegs. Er stützt die Dichtung durch den Kontakt der beiden Platten 4, 6 in diesem Bereich ab, versteift die Platten 4, 6 durch die Erhebungen und verhindert somit ein Eindrücken der Dichtung in den Bereichen des Schnittes E-E und F-F. Es wird der Kühlmittelfluss durch Vermeidung der Querschnittsverengung in den Bereichen des Schnittes E-E und F-F sichergestellt und durch die Versteifung die Dichtungsfunktion auf der Ober- und Unterseite der Separatoreinheit verbessert. Die Anzahl dieser Stützstellen 47 beträgt in dieser Ausführung zwei. Die Anzahl der Stützstellen richtet sich nach der Dichtungsänge und den mechanischen Anforderungen. Die Stützstellen sollten in kurzen Abständen erfolgen. In diesem Bereich ist kein Durchfluss des Kühlmittels vom Port zu den Hohlräumen möglich.

[0035] Fig. 5 zeigt die Hohlräume (Kühlmittelflowfield) 16, die zwischen den Platten 4, 6 durch Fügung dieser in einer Separatoreinheit 2 gemäß Fig. 2 entstehen. Diese vorteilhafte Ausführung zeigt die Verbindung der Kühlmittelpots (Verteiler und Sammler) und der Hohlräume (Kühlmittelverteilerstruktur) 16. Durch die Verwendung eines Serpentinenflowfields mit zwei Umlenkungen von 180° (Fig. 2) als Gasverteilungsstruktur entsteht das dargestellte Kühlmittelflowfield. Es ist ein Parallelflowfield mit Verteilungsstrukturen in den Portbereichen, um das Kühlmittel 18 auf alle Hohlräume gleichmäßig zu verteilen. Diese symmetrische Anordnung ermöglicht eine gleichmässige Kühlung und somit eine sichere Funktion. Dieser Vorteil wird besonders bei der Verwendung von Serpentinenflowfields mit mehreren Umlenkungen erreicht.

[0036] Die Verteilung des Kühlmittels hängt stark von den Unterschieden der Strömungswiderstände der einzelnen Kanäle ab und ist in der Ausführung gering gehalten. Bei weiteren Ausführungen kann dies auch durch das Einbringen

# DE 100 15 360 A 1

von Blockaden 19 erreicht oder modifiziert werden (Fig. 2).

[0037] In Fig. 6 sind weitere Ausführungen zur Nutzung und Kühlmittelversorgung der Zwischenräume einer Separatoreinheit 2 dargestellt. Dies wird durch einen geraden und auf der Gegenplatte geschwungenen bzw. bogenförmigen Dichtungsverlauf realisiert (Version A) oder durch unterschiedliche Prägetiefen im Verlauf eines geraden Dichtungsverlaufes (Version B). Bei beiden Varianten ist eine Abdichtung des Kühlmittels 18 gegen die Umgebung bzw. zu den anderen Fluiden möglich und die Dichtung 44 ist in kurzen Abständen abgestützt, um ein Eindrücken zu vermeiden und die Dichtungsfunktion zu verbessern.

[0038] Fig. 7 zeigt einen Ausschnitt einer weiteren Ausführungsform einer Separatoreinheit 2 aus zwei geprägten Platten 4, 6, wobei mindestens eine Platte zwei Prägetiefen aufweist, um eine Strömung quer zu den Gaskanälen zu realisieren. Schnitt L-L zeigt den Kühlmitteldurchfluss 18 quer zu den Kanälen der Reaktanten. Schnitt K-K zeigt die Fügestellen 46 zwischen den Platten 4, 6, die keinen Kühlmittelfluss an diesen Stellen erlauben. Diese Ausführung ist besonders für die Kühlung mittels Luft geeignet, da das Kühlmedium nicht gegen die Umgebung abgedichtet werden muss.

## Bezugszeichenliste

5

10

15

20

25

30

35

40

2 Separatoreinheit

4 erste Platte

6 zweite Platte

8 Fläche

10 Kanalstruktur

12 Fläche

14 Kanalstruktur

16 Kanalsystem Kühlung

18 Kühlmittel

19 Blockade

20, 22 plattenäußeres Kanalsystem

24, 26 Gasströme

28 membran electrolyt assembly MEA

30, 32 Endplatten

34 Stack

36 Gaszuführung

38 Kühlmittelversorgung

40 Platten

42 Port

43 Dichtungskörper

44 Dichtungen

45 Dichtungsunterbrechung

46 Fügestellen

47 Stützstellen

48 Steg

## Patentansprüche

1. Separatoreinheit (2) für Elektrolysezellen und Brennstoffzellen aus zwei geprägten Platten (4, 6), deren eine Fläche (8) jeweils eine positive Kanalstruktur (10) und deren andere Fläche (12) eine korrespondierende negative Kanalstruktur (14) aufweist und sich durch Verbinden beider Platten (4, 6) ein platteninneres Kanalsystem (16) für ein Kühlmittel (18) und an den Außenflächen jeder Platte ein Kanalsystem (20, 22) für Gasströme (24, 26) ergibt.

2. Separatoreinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Separatorplatten (4, 6) aus leitfähigen Werkstoffen wie Metallen, leitfähigen Kunststoffen oder Compounds bestehen.

3. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–2, dadurch gekennzeichnet, dass die Separatorplatten (4, 6) mittels Rollprägen, Gummiukosserprägen, magnetisch Umformen oder Gasdruckprägen hergestellt werden.

4. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass die Separatorplatten (4, 6) mittels Schweißen oder Kleben oder Löten oder Umbiegen (Bördeln) miteinander verbunden sind.

5. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden korrigierten Separatorplatten (4, 6) bereits vor dem Prägen der Kanalstrukturen fest miteinander verbunden sind und durch Zusammenklappen zweier Platten die Separatorplatte entsteht, die an einer Seite eine Fluiddichte, elektrisch leitfähige Verbindung bildet.

6. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammern der elektrochemischen Zellen mittels Dichtungen (44) gegeneinander und gegen die Umgebung abgedichtet sind.

7. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass Verteilerkanäle und Sammelkanäle gegeneinander und gegen Umgebung mittels lösbarer Dichtungen (44) abgedichtet sind.

8. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelkanäle und Verteilerkanäle gegeneinander und gegen Umgebung mittels einer festen Verbindung zwischen den Platten abgedichtet sind.

9. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammel- und/oder Verteilerkanäle aus einem Elastomer-Metallverbundmaterial bestehen und ein separates Bauteil bilden.

10. Separatoreinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammel- und/oder Verteilerkanäle aus einem Elastomer bestehen.

11. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1–10, dadurch gekennzeichnet, dass resultierende Hohlräume mittels Ein-

45

50

55

60

65

# DE 100 15 360 A 1

sätzen aus Kunststoffen oder Metall-Zementen (Keramik) verschlossen sind.

12. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1-11, dadurch gekennzeichnet, dass eine versetzte Anordnung und eine in kurzen Abständen abgestützte Dichtungsgeometrie einen Fluidfluss zwischen den Platten der Dichtungsgeometrie bei hohem mechanischen Widerstand gegen eine Eindrückung ermöglicht.

13. Separatoreinheit nach Ansprüchen 1-12, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsgeometrie aus zwei Vertiefungen mit einer dazwischenliegenden Erhöhung besteht, um die Platten durch diese Umformungen zu verstetigen.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

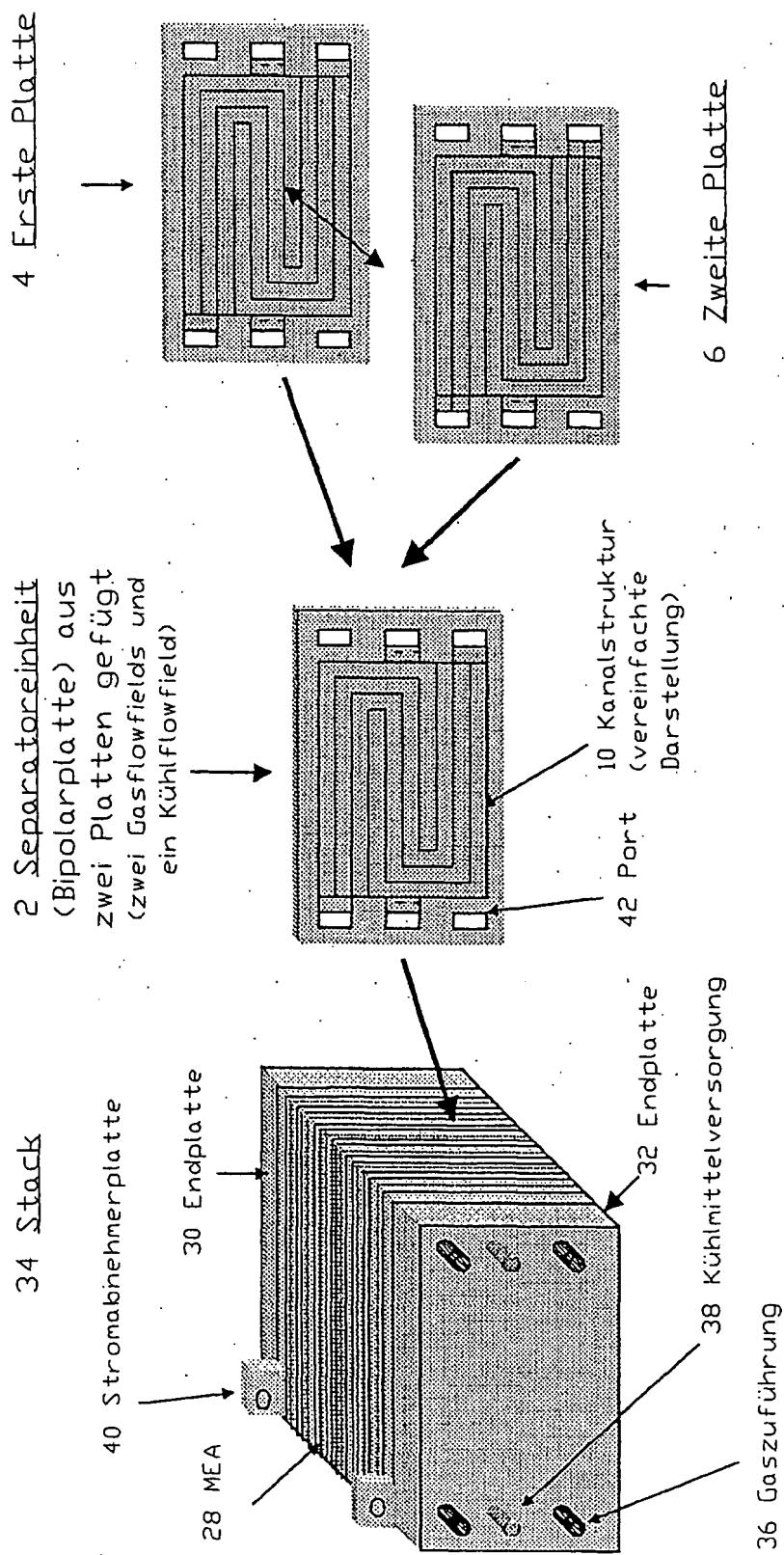
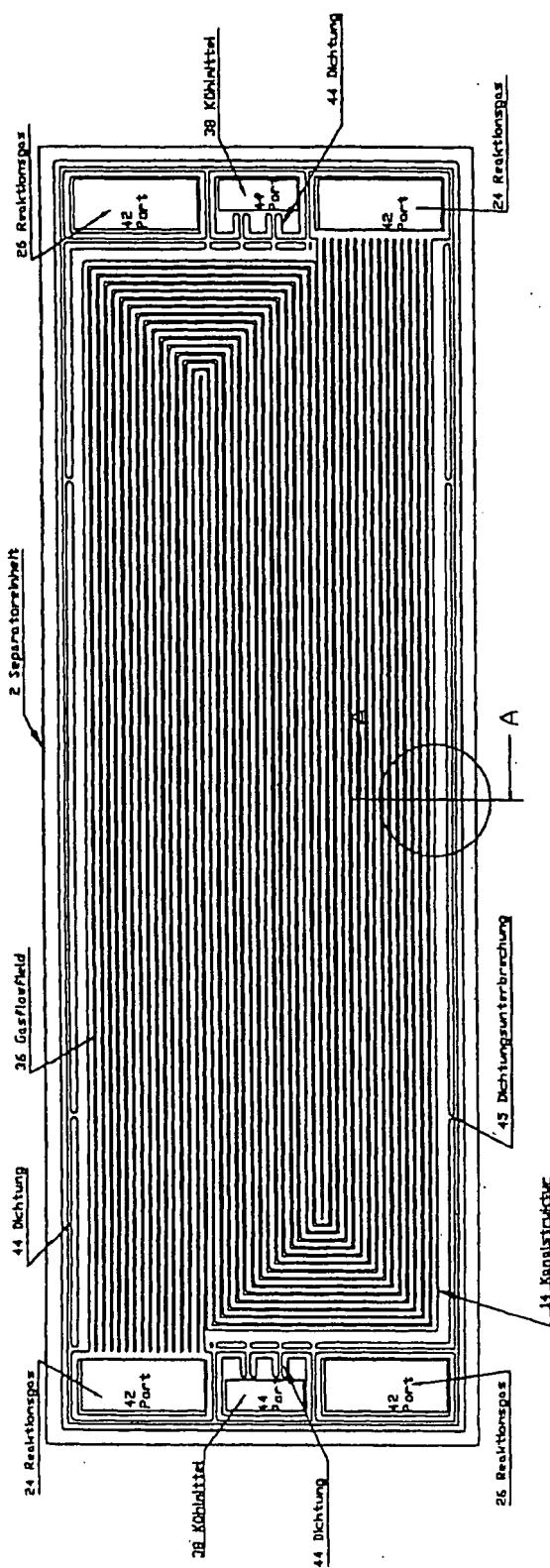
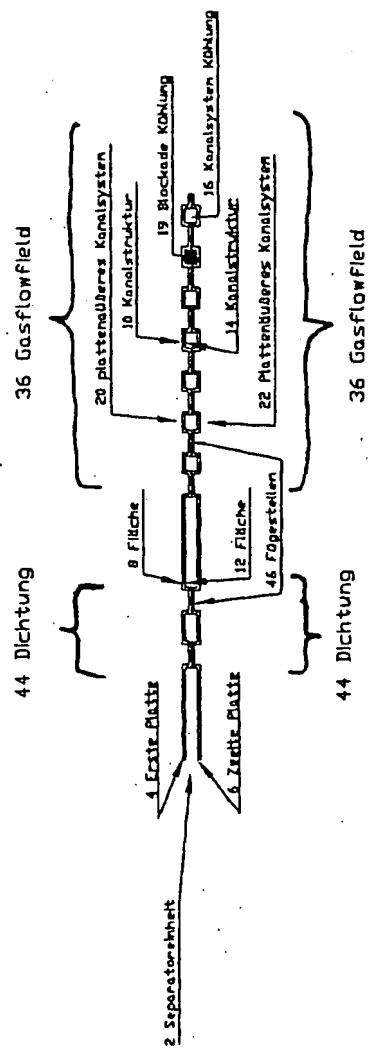


Fig. 1

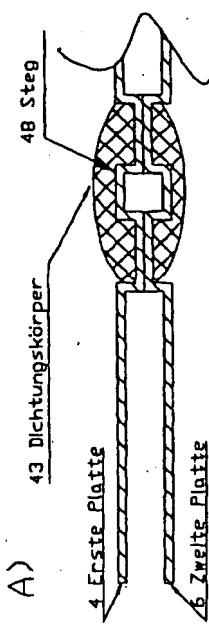


Schnitt: A - A (vergrößerte Darstellung)



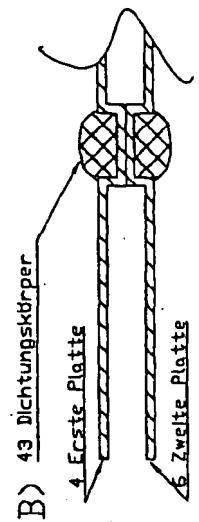
2  
Fig

## Dichtungsformen:



Dichtungsform A

## Fügestellen:



Dichtungsform B

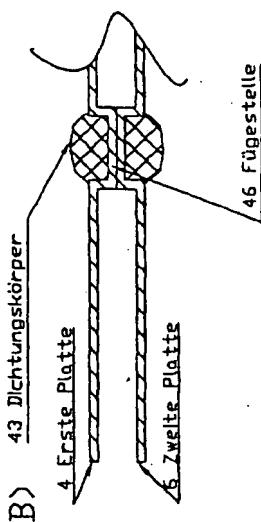
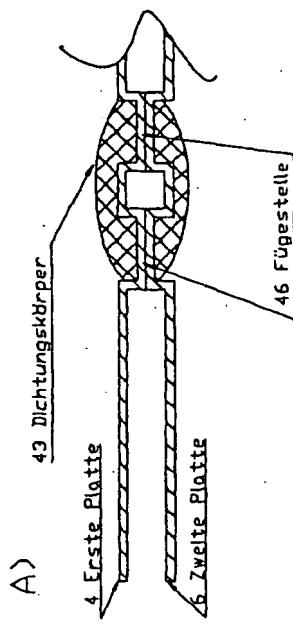
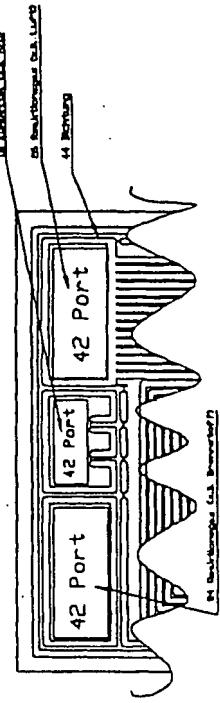
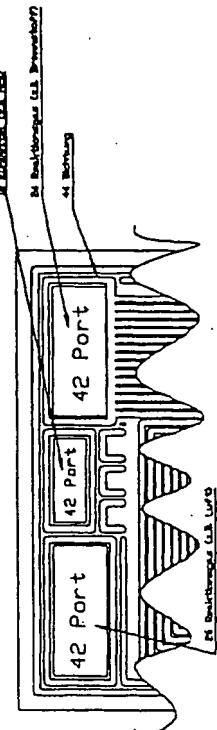
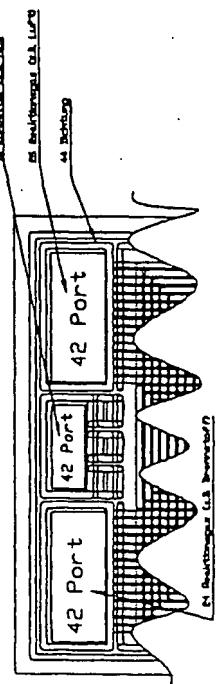


Fig 3

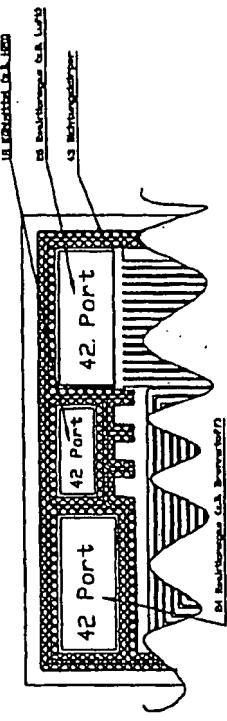
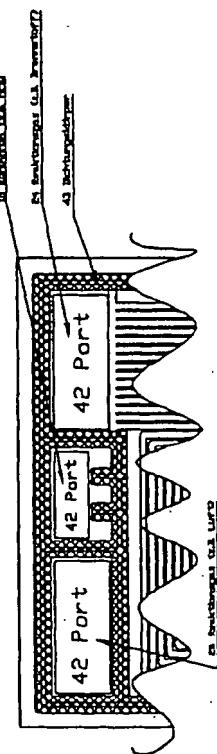
Darstellung ohne Dichtungskörper

Erste Patte (z.B. Luft-Flowfield)Zweite Patte (z.B. Brennstoffplatte)Separatoreinheit (Erste und Zweite Patte)

Darstellung ohne verdeckten Kanten



Darstellung mit Dichtungskörper

Erste Patte (z.B. Luft-Flowfield)Zweite Patte (z.B. Brennstoffplatte)Separatoreinheit (Erste und Zweite Patte)

Darstellung ohne verdeckten Kanten

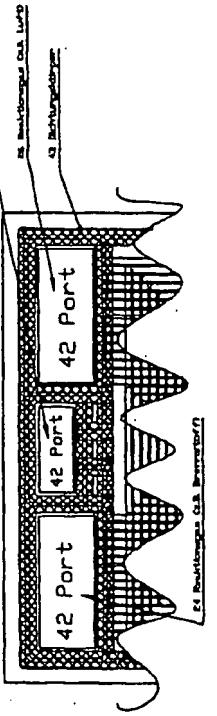
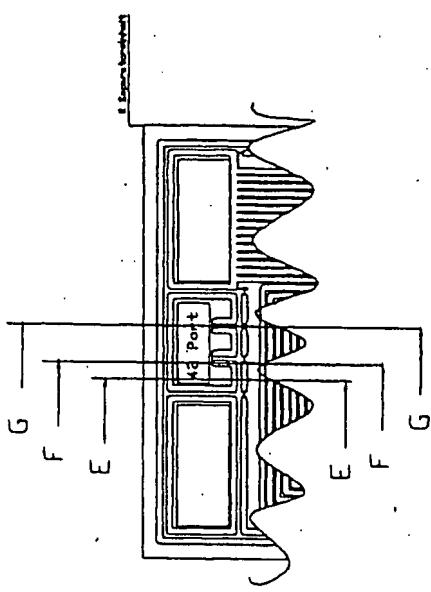


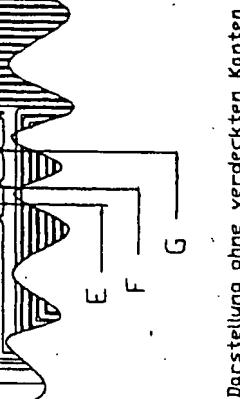
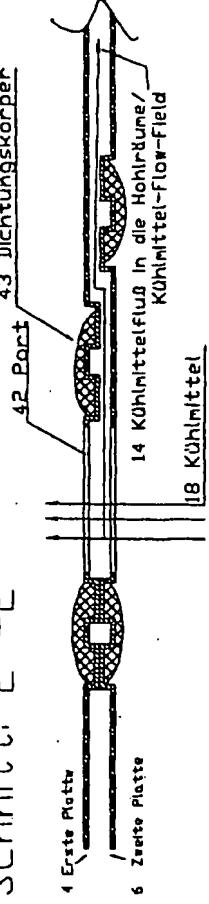
Fig. 4a

## Separatoreinheit

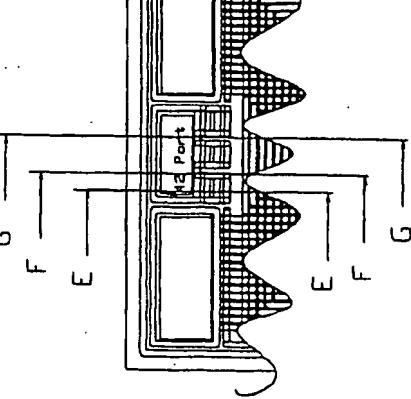
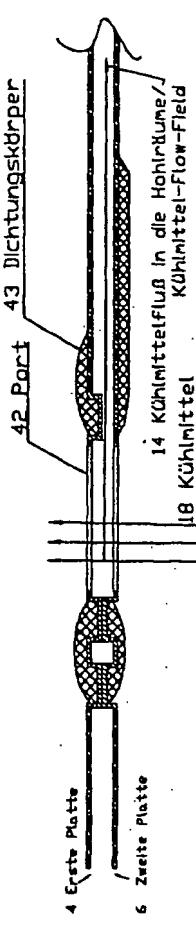
Darstellung mit verdeckten Kanten



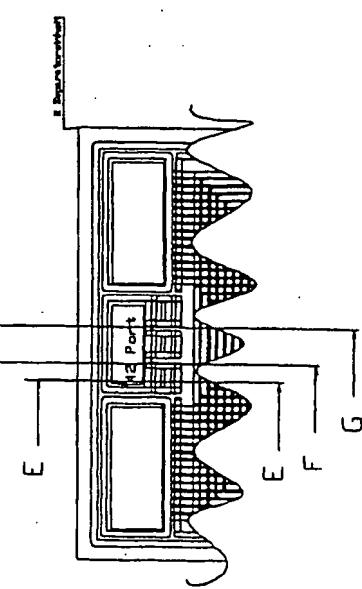
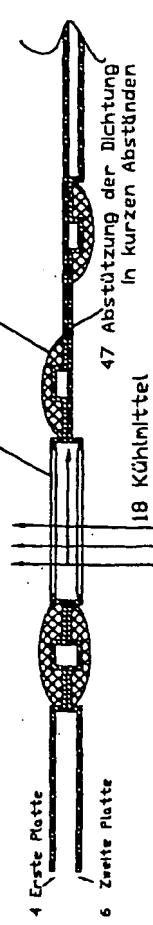
## Schnitt: E - E



## Schnitt: F - F



## Schnitt: G - G



1. Dichtungskörper

2. Dichtungskörper

Fig. 4b

## Flußdarstellung des Kühlmittels

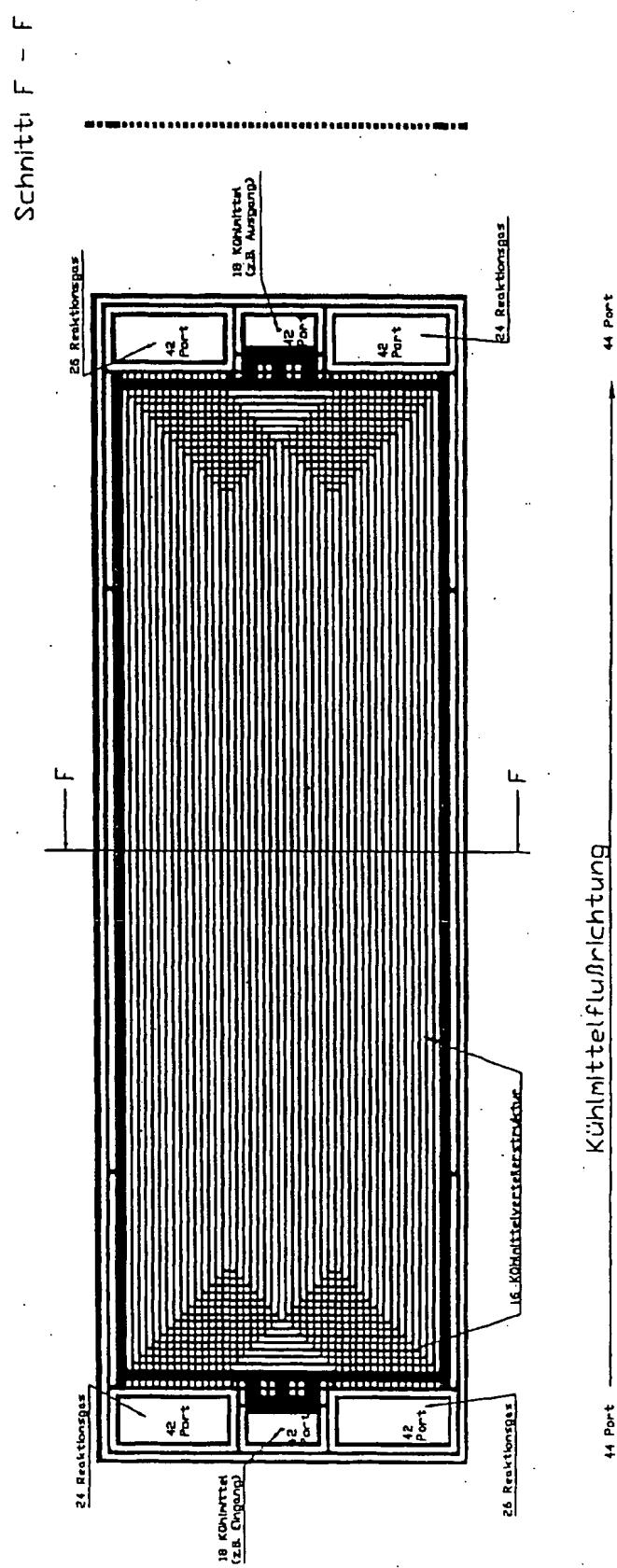
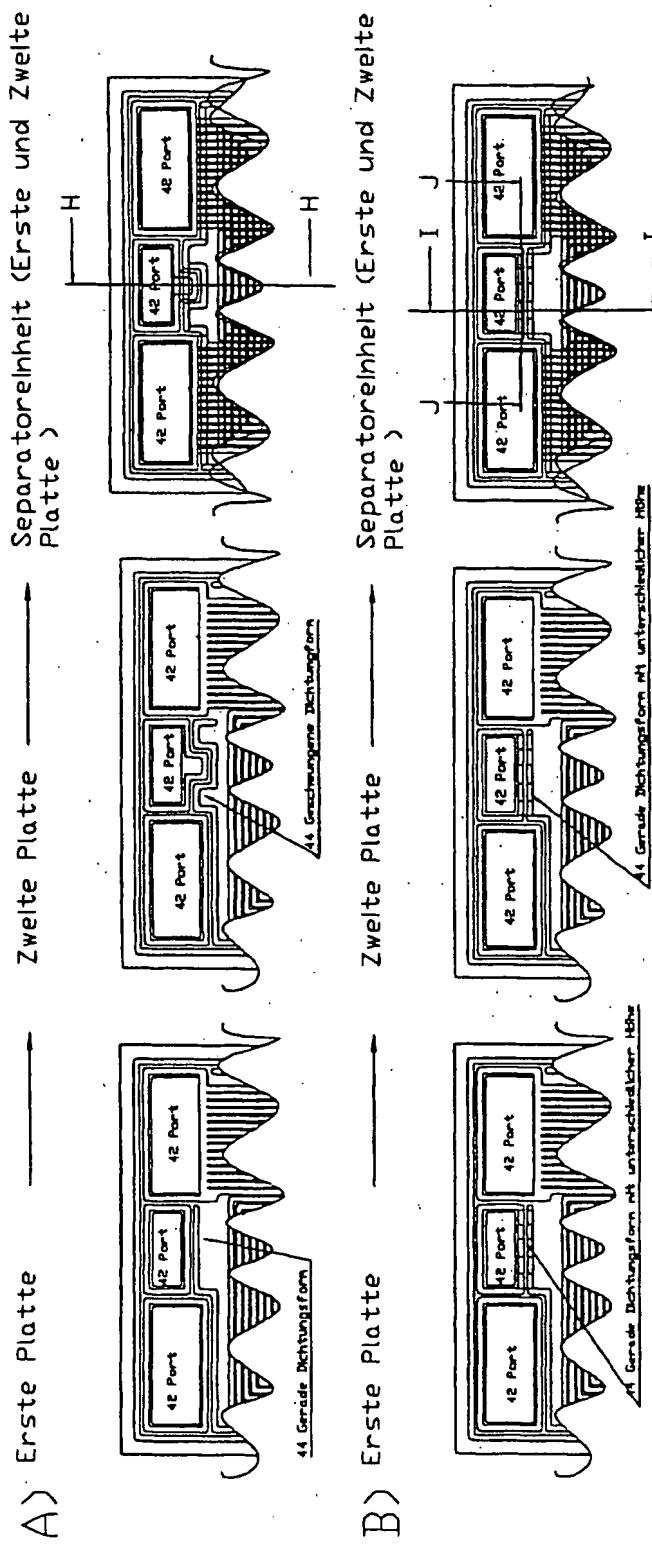
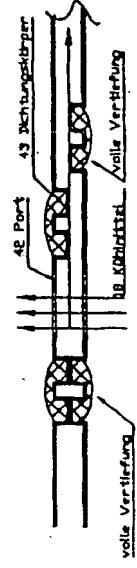


Fig. 5



ZU A) Schnitt: H - H



ZU B) Schnitt: I - I

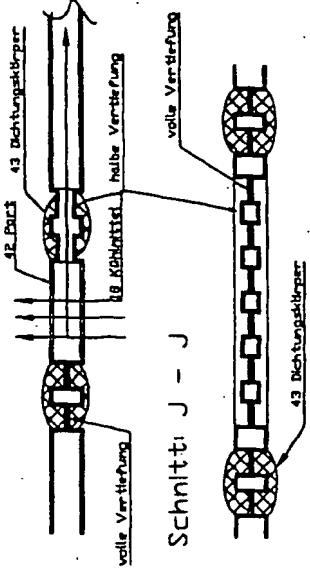


Fig. 6

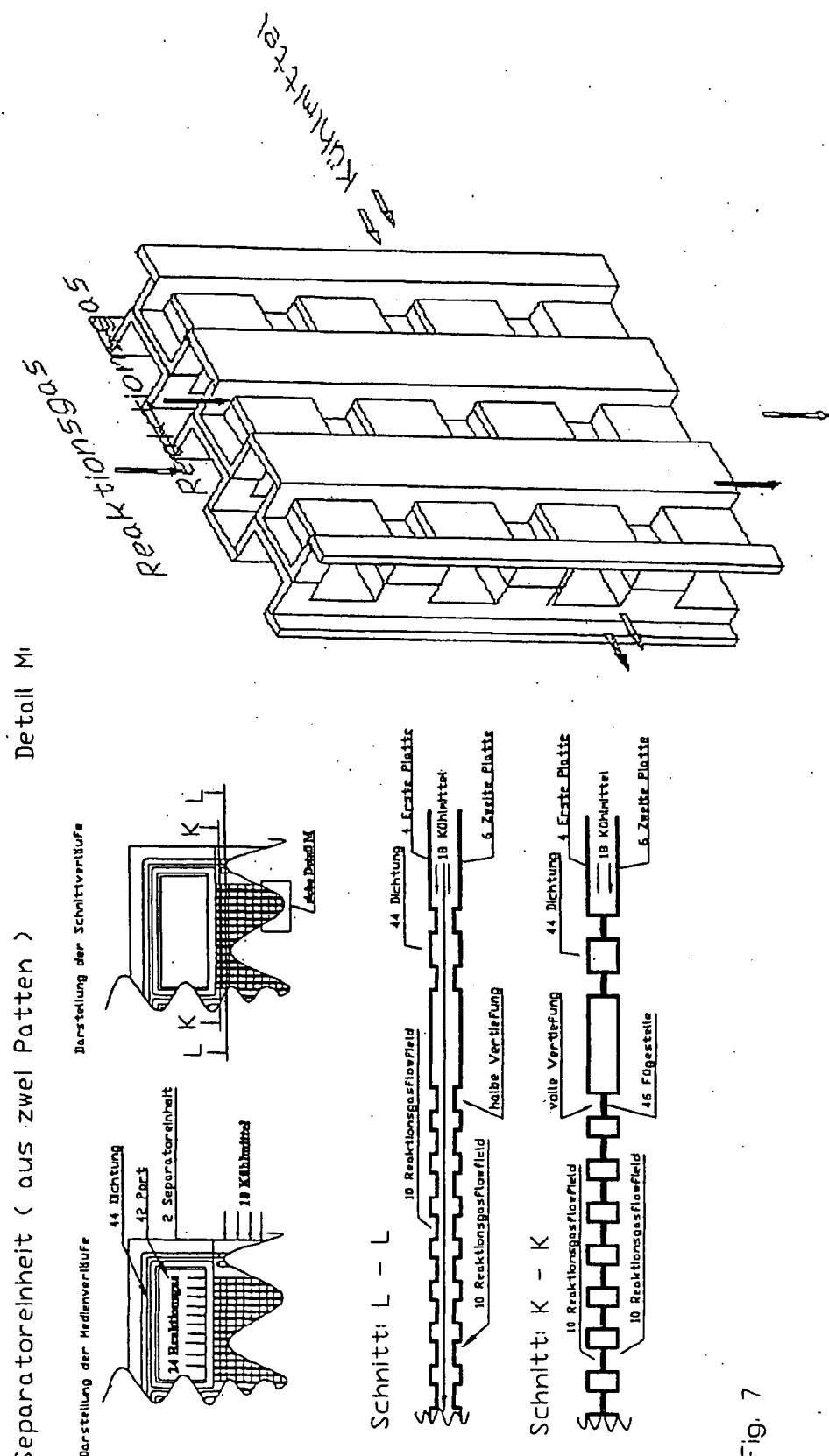


Fig. 7